

Le tissu nerveux.

- **Le système nerveux.**
- **Les neurones et la névroglie.**
- **La physiologie de la conduction nerveuse.**
- **La synapse et la transmission synaptique.**
- **Exercices et corrigés.**

Le système nerveux.

Les deux grandes divisions structurales du système nerveux sont le système nerveux central (SNC) et le système nerveux périphérique (SNP). Le SNC comprend l'encéphale et la moelle épinière. Le SNP comprend les nerfs crâniens qui partent de l'encéphale et la moelle épinière. Le SNP comprend les nerfs crâniens qui partent de l'encéphale et les nerfs rachidiens qui partent de la moelle épinière. On trouve en plus dans le SNP des ganglions qui sont des amas de corps cellulaires de neurones et des plexus qui sont des réseaux de nerfs.

Le Système nerveux autonome (SNA) est une division fonctionnelle du système nerveux. Le SNA comporte des centres de contrôle dans l'encéphale et des nerfs périphériques qui sont les voies de conduction des influx nerveux autonomes. Les activités du corps sont accélérées ou ralenties par le fonctionnement automatique du SNA.

- **NOTER.**

Les fonctions du système nerveux.
- Répondre aux stimuli externes et internes.
- Conduire les influx nerveux qui arrivent au SNC et ceux qui en partent.
- Assurer l'interprétation des messages nerveux au niveau du cortex cérébral.
- Intégrer les expériences par les fonctions de mémoire et d'apprentissage.
- Provoquer la sécrétion des glandes et la contraction musculaire.
- Programmer les comportements instinctifs.

Les neurones et la névroglie.

Définition : Les neurones sont des cellules nerveuses que l'on trouve dans le SNC et le SNP. Bien qu'ils varient considérablement par leur forme et leur taille, les neurones sont composés en général d'un corps cellulaire, de dendrites, et d'un axone. (Figure 9.1)

L'extrémité légèrement élargie des ramifications de l'axone est la terminaison axonale qui contient les vésicules synaptiques qui produisent les neurotransmetteurs et les secrètent dans la fente synaptique.

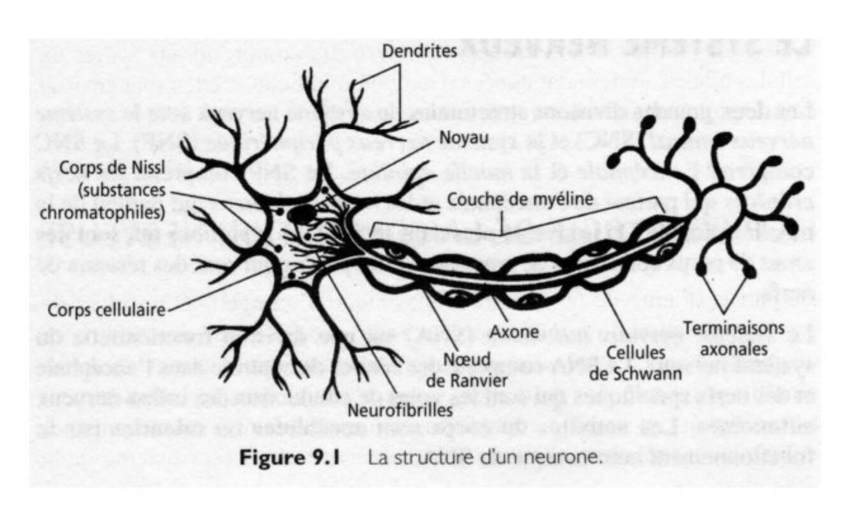


Figure 9.1 La structure d'un neurone.

• **SAVOIR.**

Les différents types de neurones.

- Les neurones sensoriels : conduisent les influx nerveux jusqu'au SNC.
-Sensoriels somatiques : conduisent les influx qui proviennent des récepteurs de la peau, des os, des muscles et des articulations.
-Sensoriels viscéraux : conduisent les influx qui proviennent des viscères.

- Les neurones moteurs : conduisent les influx en provenance du SNC.
-Somatiques moteurs : innervent les muscles squelettiques.
-Viscéraux moteurs (autonomes moteurs) : innervent le muscle cardiaque, les muscles lisses et les glandes.

- Les neurones d'association (interneurones) : conduisent les influx des neurones sensoriels aux neurones moteurs.

La myéline est une couche isolante de nature lipidique qui entoure l'axone de nombreux neurones. Cette couche est produite par des cellules spécialisées de la névroglie. Dans la SNP, la gaine de myéline est formée de segments séparés par de petits intervalles (les nœuds de Ranvier). La myéline assure l'association des fibres nerveuses qu'elles entourent et permet d'accélérer la conduction de l'influx le long de l'axone.

Les cellules gliales sont des cellules spécialisées qui forment la névroglie, le tissu de soutien des neurones. La névroglie comprend six sortes de cellules gliales, toutes sont douées d'activité mitotique et elles sont environ cinq fois plus abondantes que les neurones.



La physiologie de la conduction nerveuse.

De part et d'autres de la membrane plasmique d'un neurone qui n'assure pas la conduction d'un influx nerveux (au repos) , il existe une différence de potentiel , appelé potentiel de repos. Ce potentiel de repos est dû à une répartition inégale des particules chargées (ions) dans le compartiment extracellulaire et dans le compartiment intracellulaire. Les mécanismes qui génèrent une charge nette positive au niveau de la face externe de la membrane et une charge nette négative au niveau de la face interne, sont les suivants :

1. Par transport actif, une pompe à sodium potassium assure l'expulsion de trois ions sodium (Na^+) en dehors de la cellule contre deux ions potassium (K^+) qu'elle fait pénétrer dans la cellule.
2. De plus, la membrane plasmique est plus perméable au (K^+) qu'au (Na^+) , de telle sorte que le (K^+) accumulé dans la cellule diffuse vers l'extérieur plus rapidement que le (Na^+), plus concentré à l'extérieur, ne diffuse vers l'intérieur de la cellule.
3. De par sa nature chimique, la membrane plasmique est imperméable aux anions (chargés négativement) de grosses tailles qui sont présents à l'intérieur du neurone. Il y a donc moins de particules chargées négativement que de particules chargées positivement qui sortent de la cellule.

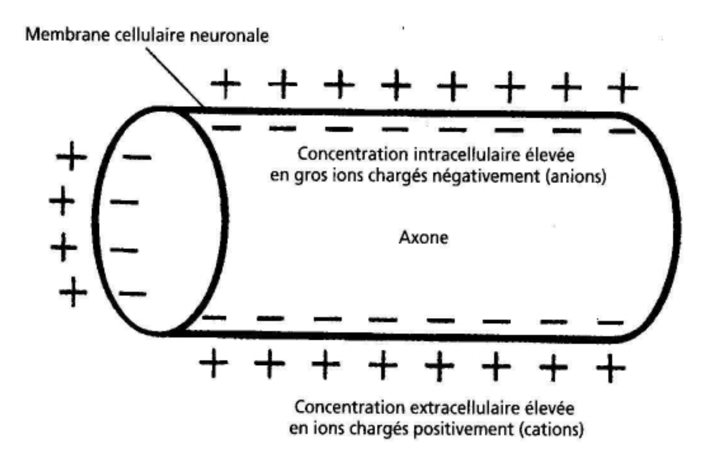


Figure 9.2 La répartition des charges sur un segment d'axone.

L'information portée par un influx nerveux est transmise d'un point à un autre de l'organisme par la variation brutale du potentiel de repos qui se propage le long de la membrane neuronale. Cette perturbation qui 'se déplacent' est un potentiel d'action et se déroule de la façon suivante :

1. N'importe quel stimulus, électrique, mécanique ou chimique, appliqué en un point de la membrane neuronale, est suffisant pour modifier le potentiel au repos.
2. Au point de stimulation, la perméabilité membranaire aux ions sodium (Na^+) augmente.
3. (Na^+) traverse rapidement la membrane et pénètre dans la cellule : localement la membrane est dépolarisée (potentiel membranaire= O).
4. L'entrée de (Na^+) dans la cellule se poursuit ; l'intérieur de la cellule devient chargé positivement par rapport à l'extérieur (inversion du potentiel membranaire).
5. L'inversion du potentiel membranaire au point de stimulation produit un courant local qui stimule la région adjacente de la membrane.
6. Au point de stimulation initiale, la perméabilité membranaire au sodium diminue et la perméabilité à (K^+) augmente.
7. (K^+) sort rapidement de la cellule et rétablit une charge nette positive à l'extérieur de la cellule par rapport à l'intérieur (repolarisation).
8. Les pompes à sodium et à potassium font ressortir le (Na^+) et rentrer (K^+). Le cycle se répète et se propage de cette façon le long de la membrane neuronale.

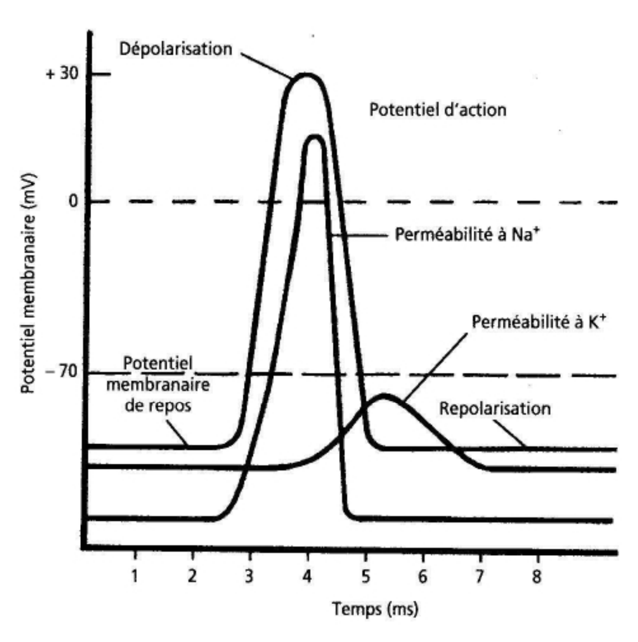


Figure 9.3 Un potentiel d'action.

Un potentiel d'action n'est produit qu'en réponse à un seuil de stimulation. Le potentiel de repos membranaire est d'environ-70mV. Si un stimulus permet d'augmenter le potentiel à une valeur de -55mV, un potentiel seuil est atteint et un cycle complet de dépolarisation, puis de repolarisation se produit et un potentiel d'action est généré (voir figure9.3).



• **SAVOIR.**

La loi du tout ou rien.
Un stimulus liminaire provoque une réponse maximale et un stimulus infraliminaire n'entraine pas de réponse.

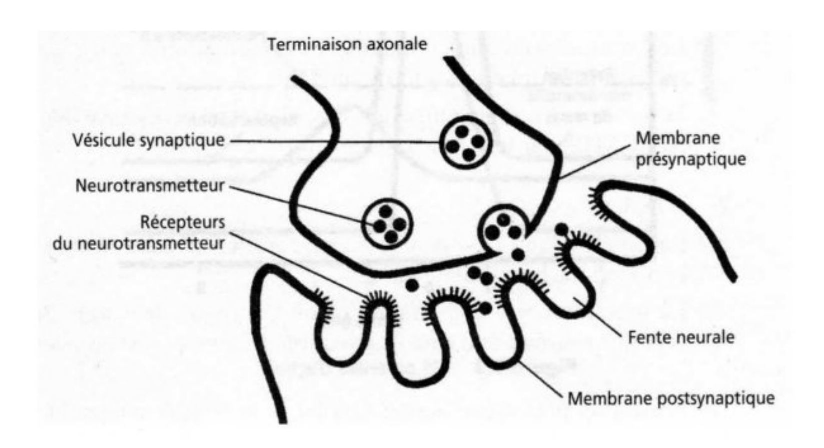
La synapse et la transmission synaptique.

Définition : une synapse est une jonction spécialisée à travers laquelle l'influx nerveux est transmis d'un neurone à l'autre (transmission synaptique) via des messagers chimiques, les neurotransmetteurs.

La transmission synaptique est schématisée sur la figure 9 et décrite ci dessous.

1. Un potentiel d'action atteint la terminaison axonale.
2. L'influx de calcium (Ca^{+}), provoque la fusion des vésicules synaptiques contenant le neurotransmetteur, à la membrane présynaptique.
3. Le neurotransmetteur est libéré par exocytose dans la fente synaptique.
4. Le neurotransmetteur diffuse à travers l'espace synaptique jusqu'à la membrane postsynaptique et se lie aux récepteurs spécifiques situés sur cette membrane.
5. La perméabilité de la membrane postsynaptique est modifiée, ce qui génère un influx au niveau du cours postsynaptique.
6. Le neurotransmetteur est éliminé de la synapse.

Les neurotransmetteurs excitateurs activent le neurone postsynaptique en générant des potentiels postsynaptiques excitateurs (PPSE). Les neurotransmetteurs inhibiteurs empêchent l'activation du neurone postsynaptique en générant des potentiels postsynaptiques inhibiteurs (PPSI).



La transmission synaptique 9.4

Exercices

1 Vrai ou faux ?

a) Le système nerveux contient uniquement deux types de cellules différentes.
b) Au niveau d'une fibre nerveuse polarisée, il ya une accumulation d'ions (Na^{+}) au niveau de la face externe de la membrane axonale.
c) Toutes les synapses sont inhibitrices.
d) La couche de myéline entoure les dendrites.
e) Les neurones moteurs conduisent l'information à partir des récepteurs périphériques jusqu'au SNC.
f) Les pompes à sodium utilisent la diffusion et ne nécessitent donc pas d'ATP pour leur fonctionnement.

2 Compléter :

a) La myéline que l'on trouve au niveau du système nerveux périphériques est produite par les…
b) La jonction entre les neurones ou l''activité électrique du premier neurone entraine l'activation du second , est appelée…
c) Lorsqu'un potentiel d'action dépolarise le bouton synaptique, de petites quantités de neurotransmetteurs sont libérés dans ….

Solutions

1

a) faux.
b) vrai.
c) faux.
d) faux.
e) faux.
f) faux.

2

(a) cellules de Schwann.
(b) synapse.
(c) fente synaptique.

Chapitre 10.

Le système nerveux central.

- **L'encéphale.**
- **Les méninges.**
- **La barrière hémato-encéphalique.**
- **Les neurotransmetteurs.**
- **La moelle épinière.**
- **Exercices corrigés.**

Le système nerveux central (SNC) comprend l'encéphale et la moelle épinière. Les fonctions du SNC incluent l'orientation et la coordination du corps, l'intégration des expériences (apprentissage), et la programmation des comportements instinctifs. Le SNC est formée de substance blanche et de substance grise. La substance grise est constituée des corps cellulaires des neurones et de dendrites ou d'axones non myélinisés et de névroglie. Elle forme le cortex cérébral et le cortex cérébelleux de l'encéphale et la région centrale de la moelle épinière. La substance blanche, présente dans le SNC, est constituée d'agrégats d'axones myélinisés et forme des faisceaux nerveux.



L'encéphale.

L'encéphale est divisé en cinq régions, certaines d'entre elles comprenant de nombreuses structures.

Région de l'encéphale.	Structures.
Télencéphale.	Hémisphères cérébraux (cerveau).
Diencéphale.	Thalamus, hypothalamus, hypophyse.
Mésencéphale.	Colliculi (tubercules quadrijumeaux) supérieurs et inférieurs, pédoncules cérébraux.
Métencéphale.	Cervelet et pont.
Myélencéphale.	Moelle allongée (bulbe rachidien).

Le télencéphale-Les hémisphères cérébraux.

Les deux hémisphères cérébraux, dont la surface est plissée, sont divisés en cinq lobes. Les hémisphères sont reliés par le corps calleux. Le cerveau est responsable des fonctions supérieures comme la perception des influx sensoriels, la programmation des mouvements volontaires, la mémoire, la pensée et le raisonnement. La surface externe, le cortex cérébral, est constitué de substance grise forme de replis. Les saisies sont appelées circonvolutions ou gyri (au singulier gyrus) et les sillons sont appelés sulci (au singulier, sulcus). Ces replis augmentent considérablement la surface occupée par la substance grise. Au dessous du cortex cérébral, se trouve une couche épaisse de substance blanche cérébrale.

Le diencéphale.

Le diencéphale est une région autonome importante du cerveau antérieur, presque entièrement recouverte par les hémisphères cérébraux. Elle comprend :

Le thalamus. Le thalamus est un organe pair situé juste au dessous du ventricule latéral. Il est le relais de tous les influx sensoriels, sauf ceux de l'odorat, vers le cortex cérébral.
L'hypothalamus. L'hypothalamus comporte plusieurs noyaux interconnectés à d'autres régions de l'encéphale. La plupart des fonctions qu'il assure sont liées à la régulation des activités viscérales incluant la régulation cardio-vasculaire, la régulation de la température corporelle, l'équilibre de l'eau et des électrolytes, les activités gastro intestinales et la faim, le sommeil et l'état de veille, la réponse sexuelle, les émotions et le contrôle des fonctions endocrine par la stimulation de l'adénohypophyse.
L'épithalamus. La glande pinéale émerge de l'épithalamus. Elle secrète une hormone, la mélatonine, qui pourrait jouer un rôle dans le déclenchement de la puberté.
L'hypophyse (glande pituitaire). L'hypophyse comprend une région antérieure, l'adénohypophyse (antéhypophyse), et une région postérieure, la neurohypophyse. L'hypophyse est une glande endocrine.



• **SAVOIR ;**

Les cinq lobes cérébraux et leurs fonctions.

- Le lobe frontal : contrôle volontaire des muscles squelettiques ;
Personnalité ; processus intellectuels, communication verbale.
- Le lobe pariétal : sensations cutanées et musculaires ; compréhension et élaboration des mots.
- Le lobe temporal : interprétation des sensations auditives ; mémoire auditive et visuelle.
- Le lobe occipital : vision consciente ; intégration des mouvements aux stimuli visuels ; interprétation des stimuli visuels en les comparant aux expériences visuelles passées.
- Le lobe insulaire : mémoire ; intégration des autres activités cérébrales.

Le mésencéphale.

Le mésencéphale, ou cerveau moyen, situé entre le diencéphale et le pont, est un court segment du tronc cérébral. Il comprend les colliculi (tubercules quadrijumeaux) supérieurs qui participent aux reflexes visuels, les colliculi inférieurs, qui sont un relais sur les voies auditives, et les pédoncules cérébraux contenant des fibres sensorielles et motrices.

Le métencéphale.

Le métencéphale comprend :

- **Le pont.** Le pont est composé de neurofibres qui relaient les influx nerveux d'une région à une autre de l'encéphale. De nombreux nerfs crâniens prennent naissance à ce niveau. Le centre apneustique et le centre pneumotaxique, impliqués dans la régulation de la fréquence respiratoire, sont situés dans le pont.
- **Le cervelet.** Le cervelet est constitué de deux hémisphères et est responsable de la coagulation involontaire des contractions des muscles squelettiques en réponse aux stimuli provenant des propriocepteurs des muscles, des tendons, des articulations et des organes sensoriels.

Le myélencéphale- la moelle allongée.

La moelle allongée (bulbe rachidien) est rattachée à la moelle épinière et constitue la partie la plus volumineuse du tronc cérébral. Ce dernier est constitué principalement de faisceaux de substance blanche qui relie la moelle épinière et l'encéphale. Les trois régions qui contrôlent les fonctions autonomes sont ; le centre cardiaque, d'où partent des fibres inhibitrices et accélératrices qui innervent le cœur ; le centre vasomoteur, qui est responsable de la contraction des muscles lisses des artérioles ; et les centres respiratoires , qui contrôlent la fréquence et l' amplitude de la respiration.

Les ventricules cérébraux.

Les ventricules forment un ensemble de cavités qui sont reliées les unes aux autres et au canal central (canal de l'épendyme) de la moelle épinière.

• **SAVOIR.**

Les ventricules latéraux : un ventricule dans chaque hémisphère cérébral.
Le troisième ventricule : situé dans le diencéphale.
Le quatrième ventricule : situé dans le tronc cérébral.

Les méninges.

Les méninges sont trois membranes de tissu conjonctif qui recouvrent entièrement le SNC.

De l'extérieur vers l'intérieur, les trois méninges sont : la dure-mère, l'arachnoïde et la pie mère.

Au niveau rachidien, la dure mère est une couche résistante, tubulaire qui entoure la moelle épinière. L'espace subdural est une région vascularisée entre la dure mère et le canal vertébral. L'anesthésie épidurale est réalisée par injection d'anesthésique dans cet espace. La cavité subarachnoïdienne est située entre l'arachnoïde et la pie mère. Elle contient le liquide céphalorachidien. Le liquide céphalorachidien (LCR) est un liquide clair produit continuellement par le transport actif de substances à partir du plasma sanguin par les plexus choroïdes qui sont des capillaires spécialisés du toit de chaque ventricule. Le LCR constitue un coussin protecteur du SNC ; il amortit les chocs au niveau de l'encéphale. Le LCR circule dans les ventricules cérébraux et dans la cavité subarachnoïdienne.

La barrière hémato-encéphalique.

La barrière hémato-encéphalique(BHE) est assurée par une modification de la structure des capillaires qui entourent le tissu conjonctif et par les prolongements vasculaires des astrocytes (cellules de la névroglie du SNC). La BHE permet le passage sélectif de substances du plasma sanguin vers le liquide extracellulaire de l'encéphale. Des composés de structure lipophile, ainsi que H_2O, O_2 , CO_2 , et le glucose peuvent traverser facilement la BHE. Il en est de même pour certains composés chimiques comme l'alcool, la nicotine, et les anesthésiques. Les ions inorganiques traversent cette barrière beaucoup plus lentement et le passage d'autres substances, comme les grosses protéines, les lipides certaines toxines et la plupart des antibiotiques, est restreint.

Les neurotransmetteurs.

On dénombre plus de 200 Les neurotransmetteurs synthétisés et secrétés par les neurones de l'encéphale. Les plus importants sont listés ci-après.

Neurotransmetteur.	Fonction.
Acétylcholine.	Transmet l'influx à travers les synapses.
Adrénaline (épinéphrine) Noradrénaline (norépinéphrine).	Agit sur le réveil et maintient l'état de vigilance.
Dopamine.	Régulation de la fonction motrice.
Acide gamma-amino butyrique (GABA)	Coordination motrice par l'inhibition du fonctionnement de certains neurones.
Enképhalines, endorphines.	Inhibent la perception et la transmission de la douleur.

La moelle épinière.

La moelle épinière (rachis) passe dans le canal vertébralde la colonne vertébrale et s'étend jusqu'à la première vertèbre lombaire (L1). Elle est en continuité avec l'encéphale au niveau du foramen magnum du crâne. La partie centrale de la moelle épinière, qui joue un rôle dans les réflexes, est constituée de substance grise. En périphérie, la moelle épinière est constituée de faisceaux ascendants de substance blanche conduisant les influx nerveux vers l'encéphale et des faisceaux descendants conduisant les influx qui en partent. Trente et une paire de nerfs rachidiens partent de la moelle épinière. En coupe transversale, la substance griseprésente quatre cornes (figure 10.1).

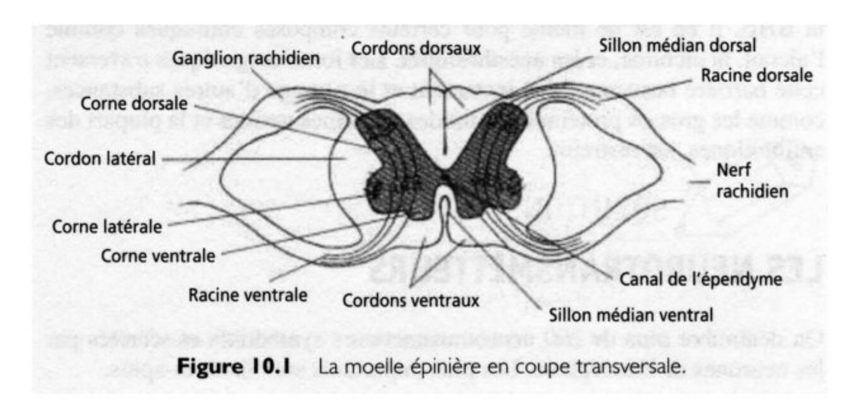


Figure 10.1 La moelle épinière en coupe transversale.

Les axones des fibres sensitives qui arrivent à la moelle épinière se terminent par des cornes dorsales (postérieures) ; les cornes ventrales (antérieures) contiennent les dendrites et les corps cellulaires des neurones moteurs. Au niveau thoracique et lombaire, la moelle présente des cornes latérales, qui contiennent des neurones moteurs du système sympathique dont les axones quittent la moelle épinière par sa racine ventrale. La substance blanche est composée exclusivement de fibres myélinisées qui forment des faisceaux nerveux. La substance blanche est divisée en trois régions : le cordon dorsal, le cordon latéral et le cordon ventral.

Exercices

1 Vrai ou faux ?

a) La glande pinéale, l'hypothalamus et l'hypophyse ont des fonctions neuroendocriniennes.
b) Le thalamus est un centre de relais important de tous les influx sensoriels (sauf ceux de l'olfaction) qui sont conduits jusqu'au cerveau.
c) Les ventricules cérébraux sont pairs, sauf le cinquième.
d) Les cornes dorsales de la moelle épinière contiennent uniquement des neurones moteurs. Les neurones moteurs conduisent l'information à partir des récepteurs périphériques jusqu'au SNC.

2 **Compléter :**

a) … est le méninge le plus proche de l'encéphale.
b) … sont des cellules de a névroglie qui font partie de la barrière hémato-encéphalique.
c) La moelle épinière se termine au niveau de…

Solutions

1

a) vrai.
b) vrai.
c) faux.
d) faux.

2

(a) la pie mère.
(b) les astrocytes.
(c) la première vertèbre lombaire, L.1.

Chapitre 11.

Le système nerveux périphérique.

- **L'organisation du système nerveux périphérique.**
- **Les nerfs crâniens.**
- **Les nerfs rachidiens.**
- **L'arc reflexe.**
- **Le système nerveux autonome.**
- **Exercices corrigés.**

Le système nerveux périphérique (SNP) est constitué des nerfs crâniens qui partent de l'encéphale, et des nerfs rachidiens qui partent de la moelle osseuse. Le SNP comprend deux subdivisions fonctionnelles. Le système nerveux somatique et le système nerveux autonome (SNA)

Tableau 11.1. Comparaison du système nerveux autonome et du système nerveux somatique.

Somatique.	Autonome.
Régulation consciente et volontaire.	Fonctions non conscientes (involontaires).
Les fibres provenant du SNC ne forment pas de synapse intermédiaire (un seul neurone du SNC à l'effecteur).	Les fibres provenant du SNC font synapse dans un ganglion (chaines de deux neurones).
Innervation des muscles squelettiques, effet toujours stimulateur.	Innervation des muscles lisses, du muscle cardiaque et des glandes ; effets inhibiteur ou stimulateur.

Les nerfs crâniens.

Les nerfs crâniens s'innervent la tête, le cou et le tronc. La plupart sont des nerfs mites, certains contiennent uniquement des fibres sensitives et d'autre uniquement des fibres motrices (tableau 11.2). La nomenclature des nerfs crâniens est basée sur leurs fonctions principales ou les structures qu'ils desservent. Les nerfs crâniens sont également numérotés par un chiffre romain de l'avant vers l'arrière.

(Tableau 11.2). Les nerfs crâniens selon sur leurs fonctions.

Nerfs craniens.	**Trajet.**	**Fonction.**
Fonction sensorielle uniquement.		
1) Olfactif	Part de l'épithélium olfactif.	Odorat.
2) Optique.	Part de la rétine.	Vision.
8) Cochléo-vestibulaire.	Part des organes de l'ouïe et de l'équilibre.	Audition ; équilibre et posture.
Fonction essentiellement motrice (fonction proprioceptive également)		
3) Oculomoteur.	Innerve : -Quatre des muscles oculaires : muscles droits inférieur, supérieur et médial et muscle oblique inférieur. -Muscle releveur de la paupière. -Muscle irien et muscle ciliaire. Fibres afférentes.	Mouvement de l'œil. Mouvement de la paupière. Constriction et dilatation de la pupille ; accommodation. Sensibilité kinésique.
4) Trochléaire.	Arrive et part du muscle oblique supérieur.	Mouvement de l'œil ; Sensibilité kinesthésique.
6) Abducens (moteur oculaire externe).	Arrive et part du muscle droit latéral.	Mouvement de l'œil ; Sensibilité kinesthésique.
11) Accessoire.	Arrive et part des muscles du cou : Trapèze et sterno-cléido-mastoïdien.	Mouvement de la tête et des épaules ; Sensibilité kinesthésique.
12) Hypoglosse.	Arrive et part des muscles de la langue.	Parole, déglutition ; Sensibilité kinesthésique.
Nerfs mixtes (formés de fibres nerveuses et de fibres motrices.		
5) Trijumeaux.		
- 1) Ophtalmique.	**Fibres sensitives** provenant de la cornée, de la peau du 1/3 supérieur du visage, de la partie supérieure de la muqueuse nasale.	Sensations perçues au niveau de la peau du visage.
-2) maxillaire	**Fibres sensitives** provenant du 1/3 moyen du visage, des dents et de la gencive supérieure, des	Sensations perçues au niveau de la peau du visage.

	parties latérale et inférieure de la muqueuse nasale.	
- 3) Mandibulaire.	**Fibres sensitives** provenant du 1/3 inférieur du visage, des dents et de la gencive inférieure, de la muqueuse buccale, des 2/3 antérieurs de la langue. **Fibres motrices** vers les muscles de la mastication.	Sensations perçues au niveau de la peau du visage. Mastication.
- 7) Nerf facial.	**Fibres sensitives** provenant des bourgeons du goût. **Fibres motrices** vers les muscles faciaux, la glande lacrymale et les glandes orales.	Gout. Mouvement du visage ; Sécrétion de la salive et des larmes.
Nerfs mixtes (formés de fibres sensitives et de fibres motrices)		
- 9) Glosso pharyngien.	**Fibres sensitives** qui partent des muscles pharyngiens et des bourgeons du gout. **Fibres motrices** vers les muscles pharyngiens et les glandes orales.	Gout, sensibilité kinesthésique Déglutition, sécrétion de la salive.
- 10) Vague.	**Fibres sensitives** des viscères et des bourgeons du gout du pharynx. **Fibres motrices** vers les muscles pharyngiens et les glandes orales.	Sensations viscérales. Gout. Muscles des viscères et des glandes.

Les nerfs rachidiens.

Il y a 31 paires de nerfs rachidiens ; 8 paires de nerfs cervicaux, 12 de nerfs thoraciques, 5 de nerfs lombaires, 5 de nerfs sacrés et 1 de nerfs coccygiens. La première paire de nerfs cervicaux (C1) émerge entre l'os occipital du crâne et la première vertèbre cervicale (l'atlas). Les autres paires de nerfs rachidiens quittent la moelle épinière et le canal rachidien par les foramen intervertébraux (trou de conjugaison). Les nerfs rachidiens sont des nerfs mixtes (constitués de fibres sensorielles et motrices) qui sont reliés à la moelle épinière par une racine dorsale (postérieure), sensorielle, et par une racine ventrale (antérieure), motrice. Les corps cellulaires des neurones sensitifs sont situés dans un ganglion au niveau de la racine dorsale, le ganglion de la racine dorsale (postérieure) du nerf rachidien. A la sortie de la moelle épinière les nerfs rachidiens se ramifient en branches ventrales et dorsales (figure 11.1).

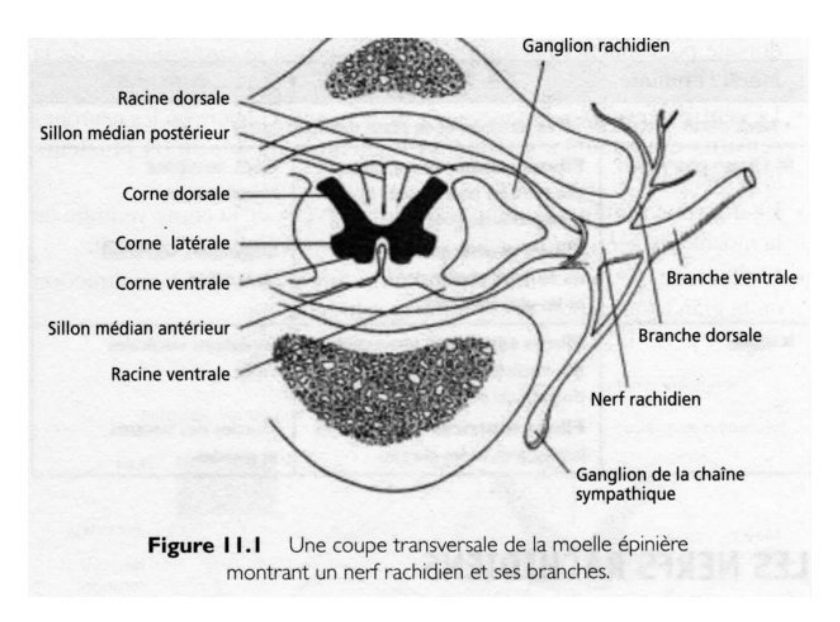


Figure 11.1 Une coupe transversale de la moelle épinière montrant un nerf rachidien et ses branches.

Les branches ventrales de différents nerfs rachidiens se combinent puis se ramifient à nouveau pour former des réseaux appelés plexus. Il existe quatre plexus formés par des nerfs rachidiens : le plexus cervical, le plexus brachial, le plexus lombaire et le plexus sacré (parfois appelé plexus lombo-sacré). Quelques uns des nerfs importants de ces plexus sont listés dans le tableau 11.3.

Tableau 11.3. Les plexus.

Nerfs.	**Plexus.**	**Région innervée.**
Phrénique.	Cervical.	Le diaphragme.
Musculo-cutané, cubital, médian, axillaire, et radial.	Brachial.	Les muscles de l'épaule et le membre supérieur.
Fémoral, obturateur, saphène.	Lombaire.	Certaines parties de la hanche et région inférieure de la jambe.
Sciatique.	Sacré.	Muscles postérieurs de la cuisse, muscles de la jambe.



L'arc reflexe.

Un arc réflexe nécessite cinq éléments. (Figure 11 .2).

Le récepteur. Terminaisons dendritiques d'un neurone sensoriel, situées dans la peau, au niveau d'un tendon ou d'une articulation, ou situées au niveau d'autres organes périphériques, qui répondent à des stimuli spécifiques.
Le neurone sensoriel. Part du récepteur et passe à travers la racine dorsale pour amener les influx sensitifs jusqu'à la corne dorsale de la moelle épinière.
Le centre nerveux. Substance grise de la moelle épinière ou les neurones sensitifs et moteurs s'articulent lentement ou via un ou plusieurs interneurones.
Le neurone moteur. Conduit les influx nerveux de la corne ventrale de la moelle épinière, par la racine ventrale, jusqu'à l'organe effecteur.
L'effecteur. Le muscle qui répond à l'influx moteur par la contraction ou la glande qui répond à cet influx par la sécrétion.

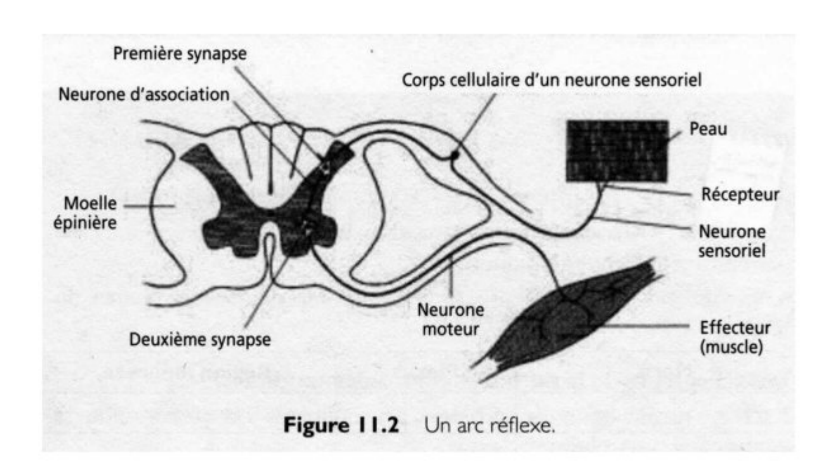


Figure 11.2 Un arc réflexe.

Le système nerveux autonome.

Le système nerveux autonome (SNA) assure le maintient de l'homéostasie. Il comprend le système sympathique et le système parasympathique. Ces deux systèmes sont comparés dans le tableau suivant.

Les fibres du SNA sont identifiés par le nom de neurotransmetteur qu'elles produisent au niveau de l'organe effecteur ; les fibres sympathiques sont dites adrénergiques et les fibres parasympathiques, cholinergiques. Il existe des fibres sympathiques cholinergiques qui innervent les glandes sudoripares, certains vaisseaux des muscles squelettiques, les organes génitaux externes et la médullosurrénale.

	Sympathique.	**Parasympathique.**
Origine des fibres préganglionnaires.	Nerfs thoraciques et lombaires.	Nerfs crâniens et sacrés.
Situation des ganglions.	Eloignés des organes effecteurs viscéraux ; dans la chaine sympathique ou ganglions prévertébraux.	A l'intérieur ou a proximité des viscères.
Neurotransmetteurs.	Acétylcholine au niveau des ganglions ; noradrénaline au niveau des organes effecteurs.	Acétylcholine au niveau des ganglions ; Acétylcholine au niveau des organes effecteurs.

• **NOTER.**

Les récepteurs de l'acétylcholine (cholinergiques) :

-Muscariniques ; situés sur la cellule effectrice innervée par un neurone cholinergique.
-Nicotiniques ; situés au niveau des ganglions des deux systèmes du SNA.

Les récepteurs de la noradrénaline (adrénergiques) :

-Alpha1 : au niveau des muscles lisses ; provoquent la vasoconstriction, la contraction musculaire.

-Alpha2 : au niveau de la terminaison axonale des neurones adrénergiques post ganglionnaires ; la noradrénaline contrôle sa propre libération par feedback négatif.

-Béta1 : au niveau du cœur ; modifient la fréquence et la force des contractions.

-Béta2 : au niveau des muscles lisses ; provoquent la vasodilatation, le relâchement musculaire.

La plupart des organes viscéraux sont innervés à la fois par des fibres sympathiques et par des fibres parasympathiques. Les unes sont stimulatrices alors que les autres sont inhibitrices. La stimulation du système sympathique permet les réactions de fuite ou de lutte alors que celles du système parasympathique entraine des réponses de détente et permet la digestion.

- **Les neurofibres sympathiques** augmentent la fréquence et la force des contractions cardiaques, augmentent la pression sanguine, dilatent les bronchioles, stimulent les glandes sudoripares, augmentent le taux de glucose sanguin et diminuent l'activité digestive.
- **Les neurofibres parasympathiques** diminuent la fréquence cardiaque, provoquent la constriction des bronchioles, augment l'activité digestive, diminuent le taux de glucose sanguin, stimulent la contraction de la vessie et stimulent l'érection du pénis.

Exercices.

Compléter.

1. Le nerf crânien… innerve le muscle droit latéral.
2. le nerf… est une ramification du nerf trijumeau qui innerve la mâchoire inférieure et les dents, le 1/3 inférieur du visage, et la langue.
3. il y a …nerfs cervicaux,… nerfs thoraciques, nerfs lombaires, nerfs sacrés et…nerfs coccygiens.
4. les récepteurs …sont localisés dans les ganglions du système sympathique et du système parasympathique qui forment le système nerveux central.

Solutions

1. 6 Abducens (moteur oculaire externe).
2. Mandibulaire.
3. 8, 12, 5, 5, 1.
4. Nicotiniques.

Chapitre 12.

Les organes sensoriels.

- **Le gout.**
- **L'odorat.**
- **La structure et la fonction de l'œil.**
- **La structure et la fonction de l'oreille.**
- **Exercices et corrigés.**

Les organes sensoriels sont des extensions spécialisés du système nerveux qui contiennent des neurones sensoriels adaptés à des stimuli spécifiques, qui conduisent les influx nerveux jusqu'à l'encéphale. Les organes sensoriels sont spécifiques des stimuli auxquels ils répondent.

On distingue les sensations générales et les sensations spécifiques perçues par le corps . Les sensations générales sont perçues par les récepteurs cutanés du toucher situés au niveau de la peau (toucher, pression, chaud, froid et douleur). Les sensations spécifiques sont captées par des organes récepteurs complexes et transitent par les voies nerveuses associées à ces récepteurs. Les sens spécifiques sont : le gout, l'odorat, la vue, l'ouïe et l'équilibre.



Le gout.

Les récepteurs du gout sont situés dans les bourgeons du gout à la surface de la langue. Ils sont localisés dans des saillies qu'on appelle les papilles linguales (figure12.1).

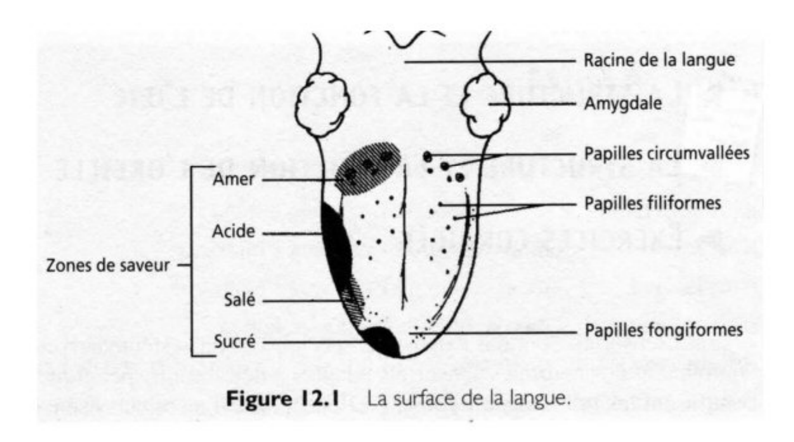


Figure 12.1 La surface de la langue.

On trouve également quelques bourgeons dans les membranes muqueuses du palais et du pharynx. Un bourgeon du gout contient un amas de 40 à 60 cellules gustatives, chacune innervée par un neurone sensitif, et un grand nombre de cellules de soutien. Les quatre saveurs fondamentales sont : le sucré (conféré par les sucres, les alcools, les aldéhydes) ; l'acide (conféré par les H+, libérés par tous les acides) ; l'amer (conféré par les alcaloïdes) et le salé (conféré par les anions des sels ionisables). Les fibres sensorielles qui partent de la langue et du pharynx se trouvent dans les nerfs suivants : le nerf facial (7) innerve les 2/3 antérieurs de la langue ; le nerf glosso-pharyngien (9) innerve le 1/3 postérieur et le nerf vague (10) innerve la région pharyngienne. Les sensations du gout sont transmises au tronc cérébral, transitent par le thalamus et arrivent au cortex cérébral ou à lieu le lieu de la perception du gout.

L'odorat.

Les récepteurs de l'odorat dont situés dans la muqueuse du cornet nasal supérieur. Comme les récepteurs du gout, les récepteurs de l'odorat sont des chémorécepteurs c'est-à-dire des neurones spécialisés qui répondent à des stimuli chimiques. Leur fonctionnement nécessite un certain degré d'hydratation et, pour stimuler les chémorécepteurs, les composés chimiques de l'air sont hydratés dans le mucus qui tapisse la partie supéro-latérale de la cavité nasale. Le nerf olfactif (1) conduit la plupart des influx sensoriels de l'odorat. Les sensations olfactives sont conduites par les fibres du nerf olfactif jusqu'aux régions olfactives du cortex cérébral ou ces sensations sont perçues.



La structure et la fonction de l'œil.

Les structures annexes de l'œil interviennent dans la protection ou les mouvements de l'œil. Ces structures sont ; l'orbite, les sourcils, les cils, l'appareil lacrymal et les muscles oculaires (responsables des mouvements de l'œil). Les sécrétions lacrymales et les larmes sont produites par les glandes lacrymales, s'écoulent dans le sac lacrymal par les canalicules lacrymaux, puis dans la cavité nasale par le conduit lacrymo-nasal.

• **Noter**

Les muscles qui assurent les mouvements de l'œil.

Droit supérieur : mouvement de l'œil vers le haut.
Droit médial : mouvement de l'œil vers l'intérieur.
Droit latéral : mouvement de l'œil vers l'extérieur.
Droit inférieur : mouvement de l'œil vers le bas.
Oblique supérieur : mouvement de l'œil vers l'extérieur et vers le bas.
Oblique inférieur : mouvement de l'œil vers l'extérieur et vers le haut.

La structure de l'œil.

La structure de l'œil est d'environ 25mm. Il est composé de trois tuniques (couches), du cristallin et de deux cavités principales (figure 12.2)

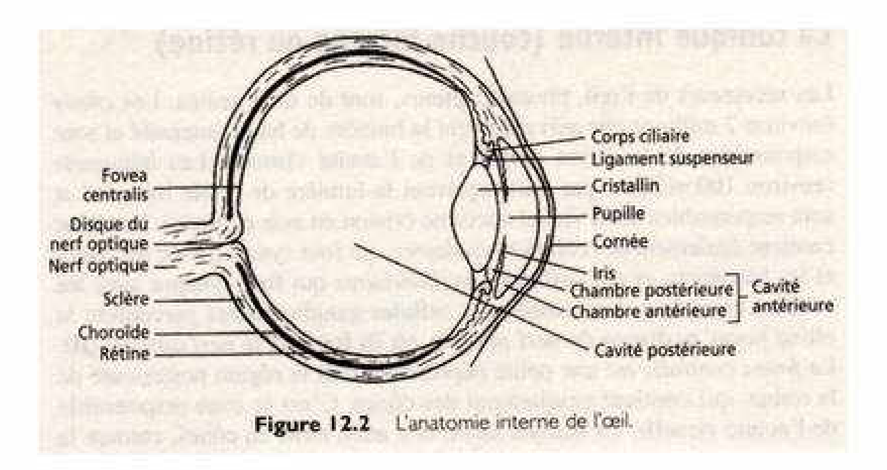


Figure 12.2 L'anatomie interne de l'œil.

La tunique fibreuse (couche externe).

La tunique fibreuse est composée de deux parties. La sclère est formée de tissu conjonctif dense régulier qui soutient et protège l'œil et qui constitue le point d'ancrage des muscles extrinsèques de l'œil. La cornée transparente forme la face antérieure de l'œil. Sa forme convexe permet la réfraction des rayons lumineux incidents.



La tunique vasculaire (couche moyenne).

La tunique vasculaire est composée de trois parties. La choroïde est une fine membrane très vascularisée qui approvisionne l'œil en nutriments et en oxygène, et qui absorbe la lumière et l'empêche d'être reflétée. Le corps ciliaire est la partie antérieure épaissie de la tunique vasculaire. Il contient des fibres musculaires lissent qui modifient la taille du cristallin. L'iris est la partie la plus antérieure de la tunique vasculaire et est composé d'un pigment (qui donne à l'œil sa couleur) et de muscles lisses organisés en rayons et en cercles qui font varier le diamètre et la pupille , l'ouverture centrale de l'iris.

La tunique interne (couche interne ou rétine).

Les récepteurs de l'œil, photorécepteurs, sont de deux sortes. Les cônes (environ 7 milliards par œil) reçoivent la lumière de haute intensité et sont responsables de la vision diurne et de l'acuité visuelle. Les bâtonnets (environ 100 milliards par œil) reçoivent la lumière de faible intensité et sont responsables de la vision nocturne (vision en noir et blanc). La rétine contient également des cellules bipolaires, qui font synapse avec les cônes et les bâtonnets, et les cellules ganglionnaires qui font synapse avec les cellules bipolaires. Les axones des cellules ganglionnaires parcourent la rétine jusqu'au disque du nerf optique, ou ils forment le nerf optique (2). La fovéa centralis est une petite dépression dans la région postérieure de la rétine, qui contient uniquement des cônes. C'est la zone responsable de l'acuité visuelle. La macula lutea, elle aussi riche en cônes, entoure la fovéa centralis.

Le cristallin.

Les cristallin est une structure transparente, biconvexe et composée de protéines accolées les unes aux autres. Il est enveloppé dans une capsule et maintenu en place par le ligament suspenseur qui le relie au corps ciliaire. Le cristallin réalise la convergence des rayons lumineux pour la vision éloignée et la vision rapprochée.

Les cavités de l'œil.

Le cristallin divise l'œil en deux cavités ; la cavité antérieure et la cavité postérieure (chambre vitrée). La cavité antérieure est elle-même subdivisée par l'iris en deux chambres postérieure et antérieure. La cavité antérieure contient un fluide aqueux, l'humeur aqueuse. La cavité postérieure contient une substance transparente, gélatineuse, appelée humeur vitrée.

Attention!

Ne confondez pas les chambres antérieure et postérieure et les cavités antérieure et postérieure ! Les chambres sont des subdivisions de la cavité antérieure.

La vision.

Le champ visuel est la région perçue visuellement. Il existe trois champs visuels : le champ maculaire, ou l'acuité visuelle est maximale, le champ binoculaire, la région vue par les deux yeux, mais aussi avec une précision moindre et le champ monoculaire, la région visualisée par un œil mais pas par un autre.

Le trajet nerveux des stimuli visuels est le suivant ; les rayons lumineux frappent les photorécepteurs sur la rétine et provoquent la conduction d'influx nerveux le long du nerf optique jusqu'au chiasma optique. Après le chiasma optique, les fibres du nerf optique forment la bandelette optique, qui conduit les influx jusqu'aux aires visuelles situées sous les lobes cérébraux occipitaux.

Pour qu'il y ait convergence de l'image sur la rétine, plus l'objet est distant et plus le cristallin doit être aplati. L'accommodation correspond aux ajustements de la taille du cristallin, réalisés par les muscles ciliaires au niveau du corps ciliaire. Lorsque les muscles lisses se contractent, les fibres du ligament suspenseur se détendent et provoquent l'épaississement du cristallin qui devient plus convexe.



La structure et la fonction de l'oreille.

L'oreille est l'organe de l'ouïe et de l'équilibre. Elle comprend trois structures principales : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne (figure 12.3).

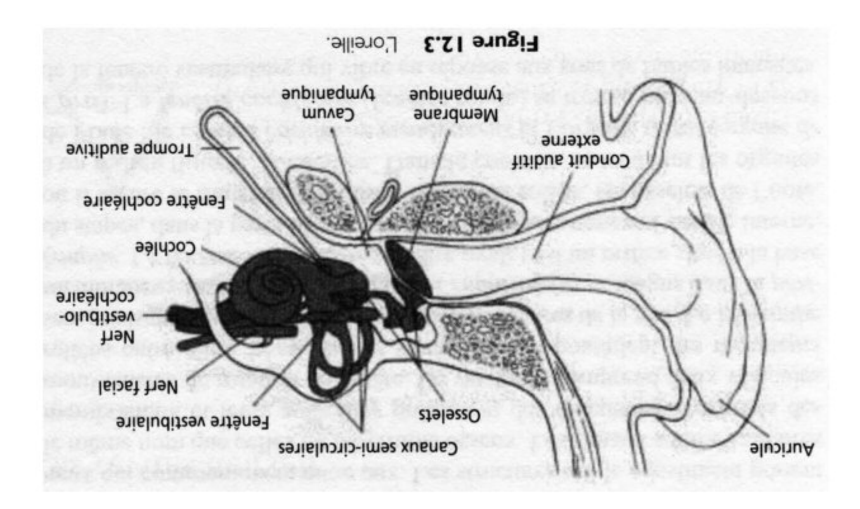


Figure 12.3 L'oreille.

L'oreille externe est ouverte sur l'extérieur et conduit les ondes sonores jusqu'à l'oreille moyenne. Les structures qui composent l'oreille externe sont ; l'auricule (ce qu'on appelle oreille), le conduit auditif externe, et la membrane tympanique (ou tympan). L'auricule conduit les ondes sonore jusqu'aux conduit auditif externe, un tube de 2,5 cm de long qui s'adapte au méat acoustique externe osseux. La fibre membrane du tympan transmet les sons à l'oreille moyenne.

L'oreille moyenne, ou cavum tympanique, est une petite cavité remplie d'air, dont la limite externe est le tympan. Les structures qui forment l'oreille moyenne sont ; les osselets de l'ouïe, les muscles de l'ouïe et la trompe auditive (trompe d'Eustache). Les osselets sont trois petites os qui s'étendent du tympan à la fenêtre vestibulaire (fenêtre ovale) ; ce sont ; le malleus (marteau), l'incus (enclume) et le stapes (étrier). Ces petits os amplifient les sons. Les muscles de l'ouïe sont de petits muscles squelettiques qui se contractent par un mécanisme réflexe pour diminuer la pression des ondes trop intenses qui pourraient abimer l'oreille interne. La trompe auditive (trompe d'Eustache) relie la cavité de l'oreille moyenne au pharynx. Elle draine l'humidité de la cavité de l'oreille moyenne et équilibre les pressions de part et d'autre du tympan.

L'oreille interne contient des organes de l'ouïe (cochlée) et de l'équilibre (vestibule). Les structures de l'oreille interne sont décrites ci-après. Le labyrinthe osseux est un réseau de cavités constitué de trois canaux semi circulaires osseux, de l'ampoule, à la base de chaque canal semi-circulaire, du vestibule, au centre du labyrinthe, et de la cochlée. Le labyrinthe membraneux, situé dans le labyrinthe osseux, est un réseau de conduits membraneux qui communiquent entre eux. Les structures qui le constituent portent le même nom que celles du labyrinthe osseux. Les canaux semi-circulaires membraneux et les ampoules présentent des récepteurs sensoriels des mouvements de rotation de la tête. Le vestibule comprend deux vésicules reliées entre elle, le saccule et l'utricule, qui possèdent des récepteurs sensoriels de la gravité et des mouvements linéaires de la tête. Le labyrinthe membraneux est rempli d'un liquide, l'endolymphe, et baigne dans la périlymphe. La fenêtre vestibulaire (fenêtre ovale) est un orifice situé à la base du stapes, dans la paroi osseuse entre l'oreille moyenne et l'oreille interne, ou il assure le transfert des sons d'un milieu solide, les osselets de l'ouïe, à un milieu liquide, la cochlée. Dans la cochlée, se trouvent les organes de l'ouïe : le conduit cochléaire membraneux et l'organe spiral (organe de Corti). La fenêtre cochléaire (fenêtre ronde) se trouve se trouve juste au dessous de la fenêtre vestibulaire qui vibre en réponse aux sons de faibles intensités.

Mécanismes de l'audition.

1. Les sons qui arrivent au niveau de l'oreille externe sont canalisés vers le conduit auditif externe.
2. Les sons frappent la membrane tympanique et provoquent sa vibration.
3. Les vibrations de la membrane tympanique sont amplifiées par le malleus, l'incus et la base du stapes.
4. La base du stapes fait bouger d'avant en arrière la fenêtre vestibulaire qui génère des ondes de pression dans la périlymphe de la cochlée.
5. Les ondes de pression se propagent jusqu'à l'endolymphe du canal cochléaire.
6. La stimulation des cellules liées de l'organisme spiral de la cochlée génère des influx nerveux qui se propagent le long du nerf vestibulo-cochléaire(8) et atteignent l'encéphale, au niveau du pont.

Exercices

1 Vrai ou faux ?

a) Les bourgeons du gout sont situés à la surface de la langue, et on en trouve également un petit nombre dans la muqueuse du palais et du pharynx.
b) La constriction du muscle droit latéral provoque un mouvement de l'œil vers l'extérieur.
c) La cavité antérieure est située entre la cornée et l'iris et contient l'humeur aqueuse.
d) Le malleus est un os de l'oreille moyenne relié à la fenêtre du vestibule.
e) Les canaux de la lame criblée ont un rôle olfactif.

2 Associer chaque structure à sa fonction.

(1) La cornée.	(a) Produit une image nette.
(2) La glande tarsale.	(b) Secrète le liquide lacrymal (les larmes).
(3) La fovéa centralis.	(c) Vibre en réponse aux ondes sonores.
(4) Nerf optique.	(d) Relié à la capsule du cristallin.
(5) Trompe auditive.	(e) Réfracte les rayons lumineux.
(6) la glande lacrymale.	(f) Secrète le cérumen.
(7) Le ligament suspenseur.	(g) Equilibre les pressions de l'air.
(8) La glande cérumineuse.	(h) Secrète une substance huileuse.
(9) Le corps ciliaire.	(i) Conduit des influx sensoriels.
(10) La membrane basilaire.	(j) Sécrète l'humeur aqueuse.

Solutions

1

a) vrai.
b) vrai.
c) vrai.
d) faux.
e) vrai.

2

(1) (e)
(2) (h)
(3) (a)
(4) (i)
(5) (g)
(6) (b)
(7) (d)
(8 (f)